

(51)

Int. Cl. 2:

G 01 N 21/22

G 01 N 21/02

(19) BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

DEUTSCHES PATENTAMT



Behördeneigentlich

DE 29 00 624 A 1

(11)

**Offenlegungsschrift 29 00 624**

(21)

Aktenzeichen:

P 29 00 624.4-52

(22)

Anmeldetag:

9. 1. 79

(43)

Offenlegungstag:

12. 7. 79

(30)

Unionspriorität:

(32) (33) (31)

10. 1. 78 Japan P 53-1726

18. 10. 78 Japan P 53-128756

(54)

Bezeichnung:

Verfahren und Vorrichtung zur Gasanalyse

(71)

Anmelder:

Horiba Ltd., Kyoto (Japan)

(74)

Vertreter:

Meer, N. ter, Dipl.-Chem. Dr. rer.nat.; Müller, F., Dipl.-Ing.;  
Steinmeister, H., Dipl.-Ing.; Pat.-Anwälte,  
8000 München u. 4800 Bielefeld

(72)

Erfinder:

Ishida, Kozo; Saitoh, Osamu; Imaki, Takao; Kyoto; Ohnishi, Toshikazu,  
Ohtu (Japan)

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

DE 29 00 624 A 1

PATENTANWÄLTE  
**TER MEER-MÜLLER-STEINMEISTER**  
2900624

Beim Europäischen Patentamt zugelassene Vertreter — Professional Representatives before the European Patent Office  
Mandataires agréés près l'Office européen des brevets

Dipl.-Chem. Dr. N. ter Meer	Dipl.-Ing. H. Steinmeister
Dipl.-Ing. F. E. Müller	Siekerwall 7,
Triftstrasse 4,	
D-8000 MÜNCHEN 22	D-4800 BIELEFELD 1

HO-30

Mü/Gdt/tr/hm

9. Januar 1979

HORIBA, LIMITED  
2 Miyano Higashi-machi, Kissyoin, Minami-ku  
Kyoto / Japan

---

Verfahren und Vorrichtung zur Gasanalyse.

---

Prioritäten: 10. Januar 1978, Japan, Nr. 53-1726/78  
18. Oktober 1978, Japan, Nr. 53-128756/78

PATENTANSPRÜCHE

- 1.) Verfahren zur Gasanalyse mittels  
eines von einer Lichtquelle durch zwei Kammern hin-  
durch abgegebenen und von einem Detektor auf-  
genommenen Lichtstrahls,  
d a d u r c h        g e k e n n z e i c h n e t , daß  
in je einen von zwei Gasströmungspfaden in vorbe-  
stimmter Menge ein zu prüfendes Gas bzw. ein Standard-  
gas eingeführt werden und daß in festgelegten Inter-  
vallen die Gasströmungspfade in der Weise vertauscht

909828/0995

werden, daß während der Intervalle abwechselnd durch die eine Kammer das zu prüfende Gas und durch die andere Kammer das Standardgas strömt und umgekehrt.

2. Gasanalysator mit zwei Kammern, einer Lichtquelle und einem das von der Lichtquelle abgegebene Licht nach Passieren der Kammern aufnehmenden Detektor,  
g e k e n n z e i c h n e t d u r c h
  - einen Zuführabschnitt (C; 21d, 22d; 118a, 119a),  
und
  - einen Umschaltabschnitt (D; 117), durch den die Gasströmungspfade so vertauschbar sind, daß in jede der beiden Kammern (7, 8; 21, 22; 114, 115) während der festgelegten Intervalle entweder das zu prüfende Gas oder das Standardgas einströmt.
3. Gasanalysator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß ein erster und ein zweiter Gasströmungspfad (1, 2) in Serie geschaltet sind, um das zu prüfende Gas und das Standardgas in die beiden Kammern (7, 8) einzuführen, und daß ein in dem ersten Gasströmungspfad angeordnetes elektromagnetisches Drei-Wegeventil (5a) mit dem zweiten Gasströmungspfad, und ein in dem zweiten Gasströmungspfad angeordnetes elektromagnetisches Drei-Wegeventil (5b) mit dem ersten Gasströmungspfad verbunden ist.
4. Gasanalysator nach Anspruch 3, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß ein pneumatischer Detektor (11) vorhanden ist und daß der Umschaltzyklus der elektromagnetischen Drei-Wegeventile (5a, 5b) durch eine Steuereinrichtung (18) mit dem Zyklus des Detektors (11) synchronisiert ist.

- 3 -

2900624

5. Gasanalysator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Kammern (21, 22) durch  
lichtdurchlässige Fenster (19) in mehrere Zellen (21a, b,  
c; 22a, b, c) unterteilt sind und daß die ungeradzahligen  
Zellen jeder Kammer mit den geradzahligen Zellen der an-  
deren Kammer verbunden sind (Fig. 5).
6. Gasanalysator nach Anspruch 2, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß die Enden (118b, 119b) von  
Einlässen zum Zuführen von Gas in die beiden Kammern (114,  
115) im Innern eines Kammerblockes (111) angeordnet sind  
und daß der Umschaltabschnitt durch eine in dem Kammer-  
block enthaltene Strömungspfadaustauschkammer (117) ge-  
bildet ist und ein die Gasströmungspfade vertauschendes  
rotierendes Ventil enthält.
7. Gasanalysator nach Anspruch 5, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Rotorventil (122)  
durch einen Synchronomotor (124) angetrieben ist.
8. Gasanalysator nach Anspruch 6, d a d u r c h g e -  
k e n n z e i c h n e t , daß das Rotorventil (122)  
über eine Magnetkupplung (129, 130) indirekt und unter  
Zwischenschaltung einer Trennschicht (113) angetrieben  
wird.

909828/0995

BESCHREIBUNG

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Durchführung einer Gasanalyse, wie im Oberbegriff der Patentansprüche 1 bzw. 2 angegeben.

5 Zur Gasanalyse werden heute in erster Linie insbesondere Infrarot-(Strahlen) oder Ultraviolett-(Strahlen)-Gasanalysatoren vom Nicht-Dispersionstyp verwendet, d.h. die "ohne Lichtstreuung" arbeiten und zur Messung der Kohlenmonoxid-Konzentration oder dergleichen  
10 in der Luft Verwendung finden.

Bekannte lichtstreuungsfrei arbeitende Infrarot-Gasanalysatoren sind in Fig. 1 und 2 der anliegenden Zeichnung dargestellt. Der bekannte Gasanalysator nach Fig. 1 arbeitet  
15 mit doppeltem Lichtpfad und unterbrochenem Lichtstrom; er enthält Lichtquellen 44, 44, einen Umlaufabschnitt 45, eine Referenzzelle 46, eine Meßzelle 47 und einen Detektor 41. Es sind für diesen Zweck schon verschiedene Arten von Detektoren 41 benutzt worden; die hier vorliegende Aus-  
20 führung weist einen pneumatischen Detektor mit einem Kondensatormikrophon auf. Zur Ausschaltung des Einflusses von Änderungen der Umgebungstemperatur auf den Detektor 41 hat dieser eine rechte und eine linke Kammer 42, 42 mit einer Leckstelle 43, über die sich der Druck immer statisch aus-  
25 gleicht, so daß der Detektor 41 nur dynamische Drücke mit kurzem Zyklus feststellen kann. Der Umlaufabschnitt 45 unterbricht einen von den Lichtquellen 44, 44 abgegebenen Infrarotstrahl mit konstanten Intervallen. Ferner ist ein Infrarotstrahlen nicht absorbierendes Gas, beispielsweise  
30 Stickstoff, in einer Referenzzelle 46 enthalten. In eine Meßzelle 47 wird Eich-Gas eingegeben, und dann wird die Energie der die rechte und linke Kammer 42, 42 des Detektors 41 erreichenden Infrarotstrahlen im Gleichgewicht gehalten und außerdem werden ihre Phasen so angeglichen, daß der Aus-  
35 gang des Detektors 1

2900624

auf Null justiert werden kann. Dann wird das Prüfgas in die Meßzelle 47 eingeführt, und während es die Meßzelle durchströmt, absorbiert es Energie der Infrarotstrahlen, so daß zwischen den durch die Referenzzelle 47 und durch die Meßzelle 47 hindurchtretenden Infrarotstrahlen ein Energieunterschied auftritt, der zur Erzeugung eines unausgeglichenen Drucksignals führt, welches synchron zu den Zyklen des Umlaufabschnittes 45 zwischen den beiden Kammern 42, 42 des Detektors auftritt. Durch Verstärkung dieses Differenzwertes kann die Konzentration der spezifischen Gaskomponente in dem Prüfgas auf einer Anzeigeeinrichtung 48 abgelesen bzw. gemessen werden.

Bei diesem Verfahren tritt jedoch ein leichter Einbruch im Energieausgleich zwischen der rechten und linken Kammer 42, 42 auf, da das optische System zum Driften neigt und keine Stabilität im hochempfindlichen Meßbereich zeigt. Deshalb ist dieses Verfahren bzw. dieses Gerät nicht zur Messung besonders kleiner Mengen gasförmiger Komponenten geeignet. Weil bei einem Energieausgleich eine besonders hohe Präzision erforderlich ist, ist das Justieren zum Angleichen der Phasen oder dergleichen (Nulljustierung am Detektor 41) sehr mühselig und zeitraubend und für die Justierung ist eine teure Apparatur erforderlich. Ferner treten bei dem genannten Gerät Wartungsprobleme auf, weil es mechanisch bewegliche Teile enthält.

Fig. 2 zeigt einen lichtstreuungsfrei arbeitenden Einzellenlichtpfad-Gasanalysator, bei dem - im Gegensatz zu dem bekannten Ausführungsbeispiel von Fig. 1 - ohne Referenzzelle und ohne Umlaufzerhacker mit intermittierendem Licht gearbeitet wird. Die bekannte Ausführung von Fig. 2 enthält einen Detektor 58, der als pneumatischer Detektor ausgebildet ist, obwohl hier verschiedene Detektorarten schon benutzt worden sind. Zuerst werden von einer Lichtquelle 55 abgegebene Infrarotstrahlen nicht absorbiert, solange

909828/0995

2900624

- 6 -

eine Meßzelle 51 mit einem Eich-Gas gefüllt ist. Andererseits absorbiert eine spezielle gasförmige Komponente in einem Prüfgas Infrarotstrahlen, wenn dieses Prüfgas in die Meßzelle 51 eingeführt wird. In diesem Falle wird  
5 eine Kondensatormembran 57 in einer separaten Kammer 56 mit einem Druck beaufschlagt, so daß sich die statische Kapazität des Kondensators mit einem konstanten Zyklus ändert, der synchron zu einem Wechselzyklus von elektromagnetischen Dreiwegeventilen 52a, 52b abläuft. Die  
10 Messung der gasförmigen Komponente erfolgt durch elektrische Messung solcher Änderungen in der statischen Kapazität des Kondensators.

Zwar ist dieser Einzellentyp dem zuvor beschriebenen bekannten Gasanalysator in mancher Beziehung überlegen;  
15 andererseits aber muß die Meßzelle 51 verlängert werden, um besonders kleine Mengen gasförmiger Komponenten in dem Prüfgas messen zu können. Weil die Quantität der absorbierenden Infrarotstrahlen sich proportional zur Länge der Zelle  
20 verhält, muß also der Raum zur Aufnahme des Prüfgases in der Meßzelle 51 erhöht werden. Dabei erhöht sich beim Messen von gasförmigen Komponenten in kleinen Mengen die Menge des in die Meßzelle 51 eingeführten Prüfgases oder Eich-Gases erheblich. Beispielsweise benötigt man für die  
25 Messung von Kohlenmonoxid in Luft eine Zellenlänge L von 30 bis 50cm und dadurch ein Gasaufnahmevolumen V von 90 bis 150 cm<sup>3</sup>. Wenn man in dem Detektor mit einer Frequenz von 5Hz arbeitet, dann müssen etwa 27 bis 45 l/min Prüfgas oder Eich-Gas in die Meßzelle 51 gegeben werden. Dafür  
30 benötigt man eine Pumpe mit großer Kapazität und eine umfangreiche Apparatur. Das führt zu Problemen auf der Kostenseite. Ein Gasanalysator dieser Art hat somit den Nachteil, daß er praktisch nicht anwendbar ist, weil man außer den genannten Problemen große Menge von Eich-Gas  
35 zuführen muß.

909828/0995

5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine für den praktischen Einsatz geeignete, stabil und präzise arbeitende Vorrichtung und ein Verfahren zur Gasanalyse der eingangs genannten Art aufzuzeigen, die von den Nachteilen des Standes der Technik frei sind und sich insbesondere zur Messung von in kleinen Mengen vorhandenen gasförmigen Komponenten eignen.

10 Die erfindungsgemäße Lösung ist verfahrensseitig im Patentanspruch 1 und vorrichtungsseitig im Patentanspruch 2 angegeben, vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung sind in Unteransprüchen gekennzeichnet.

15 Nachstehend werden einige, die Merkmale der Erfindung aufweisende Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf eine Zeichnung, in der auch der Stand der Technik enthalten ist, näher erläutert. Es zeigen:

20 Fig. 1 und 2 den eingangs erläuterten Stand der Technik,

Fig. 3 ein erstes Ausführungsbeispiel der Erfindung,

25 Fig. 4(a) bis (c) graphische Darstellungen zu einem Detektorausgang,

Fig. 5(a) bis (d) ein zweites erfindungsgemäßes Ausführungsbeispiel,

Fig. 6 eine Darstellung eines dritten erfindungsgemäßen Ausführungsbeispiels,

30 Fig. 7 eine teilweise geschnittene Seitenansicht der Ausführung von Fig. 6,

Fig. 8 eine geöffnete perspektivische Darstellung der Elemente von Fig. 7, und

35



2900624

- 8 -

Fig. 9 eine teilweise geschnittene Seitenansicht eines vierten Ausführungsbeispiels der Erfindung.

Das in Fig. 3 der Zeichnung dargestellte erste Ausführungs-  
5 beispiel der Erfindung enthält einen eine erste Kammer 7 und  
eine zweite Kammer 8 aufweisenden Kammerabschnitt E, in den  
über einen Zuführabschnitt C das zu prüfende Gas und das  
Standardgas eingeführt werden, ferner einen Umschaltab-  
schnitt D zum Vertauschen der Zuführleitungen in konstan-  
10 ten Intervallen und einen Detektorabschnitt F. Innerhalb  
eines ersten Gasströmungspfad 1 und eines zweiten Gas-  
strömungspfad 2 mit je einem Einlaß A bzw. B sind je ein  
Druckregler 3a bzw. 3b, ein Nadelventil 4a bzw. 4b und ein  
elektromagnetisches Drei-Wegeventil 5a bzw. 5b in Serie  
15 angeordnet. Die beiden Gasströmungspfade 1 und 2 sind je-  
weils mit einem Einlaß 7a der ersten Kammer 7 bzw. einem  
Einlaß 8a der zweiten Kammer 8 verbunden, und jede Kammer  
hat einen Auslaß 7b bzw. 8b. Außerdem ist vom in Strömungs-  
richtung hinten liegenden Ende des ersten Strömungspfad 1  
20 ein dritter Strömungspfad 9 zum Drei-Wegeventil 5b und vom  
gegenüberliegenden Ende des Strömungspfad 2 ein vierter  
Strömungspfad 10 zum Drei-Wegeventil 5a geführt.

Ein Detektor 11 enthält einen Verstärker 16 und eine An-  
25 zeigeeinrichtung 17. Der Detektor wird je nach dem von  
Lichtquellen 6a und 6b abgegebenen Licht ausgewählt, bei-  
spielsweise ein Infrarotdetektor für Infrarotstrahlen und  
ein Ultraviolett-Detektor für Ultraviolettstrahlen. Im  
vorliegenden Beispiel ist es ein Infrarotdetektor. In einem  
30 solchen Detektor kann eine pyroelektrische, eine halbleit-  
ende, eine thermoelektrische oder dergleichen Kopplung  
verwendet werden; im vorliegenden Falle ist es ein pneu-  
matischer Detektor mit einer eine Leckstelle 12 aufwei-  
senden Kondensatormembran 13, die den einen Pol in zwei  
35 getrennten Räumen a und b bildet, welche Strahlen von  
den Lichtquellen 6a bzw. 6b durch die Kammern 7 bzw. 8

909828/0995

2900624

- 9 -

empfangen. Ein fester Pol 14 bildet den anderen Kondensatorpol und liegt der Membran 13 gegenüber. Der feste Pol 14 ist über eine Leitung 15 an Verstärker 16 und Anzeigeeinrichtung 17 angeschlossen.

5

Die Bezugswerte 18, 19 und 20 umfassen eine Steuerung für den Umschaltvorgang der beiden Drei-Wegeventile 5a, 5b, Infrarotlicht durchlassende Fenster und eine Isolierung.

- 10 Bei diesem Ausführungsbeispiel wird in den einen Einlaß A, beispielsweise das zu prüfende Gas, und in den anderen Einlaß das Standardgas, beispielsweise ein Eich-Gas wie Stickstoff oder dergleichen, kontinuierlich zugeführt. Die Steuerungseinrichtung 18 schaltet die beiden elektromagnetischen Drei-  
15 Wegeventile 5a, 5b zunächst so, daß ein Strömungspfad 1a über das Drei-Wegeventil 5a zu einem dahingerliegenden Strömungspfad 1b und ein Strömungspfad 2a über das andere Drei-Wegeventil 5b in einen in Strömungsrichtung dahingerliegenden Strömungspfad 2b führt. Dabei strömt das zu prüfende Gas in  
20 die erste Kammer 7 und das Standard- bzw. Eich-Gas in die zweite Kammer 8. Aufgrund eines entsprechenden Signals der Steuereinrichtung 18 verbindet das Drei-Wegeventil 5a den Strömungspfad 1a mit dem vierten Gasströmungspfad 10 und das andere Ventil den Strömungspfad 2a mit dem dritten Gasströmungspfad 9. Jetzt fließt das zu prüfende Gas in die zweite  
25 Kammer 8 und das Standardgas in die erste Kammer 7, so daß das jeweils vorher in den Kammern 7 und 8 enthaltene Prüf-gas bzw. Standardgas durch den Auslaß 7b bzw. 8b ausströmt. Anschließend ist die erste Kammer 7 mit Standardgas und die  
30 zweite Kammer 8 mit Prüf-gas gefüllt. Zu diesem Zeitpunkt wird die Menge des strömenden Prüf-gases und Standardgases mit Hilfe der Druckregler 3a, 3b und der Nadelventile 4a, 4b reguliert. Außerdem wird der Wechselzyklus der elektromagnetischen Drei-Wegeventile 5a und 5b steuerungsfrei durch die Steuerungseinrichtung 18 reguliert, sie kann an die Frequenz des Detektors angeglichen werden.  
35

909828/0995

2900624

- 10 -

In dem Augenblick, wo gleichzeitig Standardgas in beide Kammern 7 und 8 einströmt, werden die von den Lichtquellen 6a, 6b ausgesandten Infrarotstrahlen nicht absorbiert, der Detektor 11 hat einen Ausgang 0. Aber wenn sich die verschiedenen Gase im Zuge der zuvor erläuterten Operationen mit festgelegten Mengen und in festgelegten Intervallen abwechselnd in die beiden Kammern 7 und 8 bewegen, wird die Energie der Infrarotstrahlen durch die spezielle gasförmige Komponente des in der ersten Kammer 7 enthaltenen Prüfgases in gleicher Weise wie bei einem Gasanalysator vom Einzelzellentyp absorbiert, so daß ein in dem abgetrennten Raum a des Detektors auftretender Druck  $\Delta P_a$  den in Fig. 4 (a) gezeigten Wechsel aufweist. In Fig. 4 ist horizontal die Zeit und vertikal die Druckänderung aufgetragen. Der innerhalb des abgetrennten Raumes b herrschende Druck ist in Fig. 4 (b) aufgetragen, weil abwechselnd Standardgas und Prüfgas mal in Kammer 7 und mal in Kammer 8 eingeführt werden. Die Druckbeträge  $P_a$  und  $P_b$  sind an sich gleich, nur die Phasen differieren um einen halben Zyklus. Daher ist der auf die Kondensatormembran 13 wirkende Druck eine Differenz zwischen dem Druck  $P_a$  im Raum a und dem Druck  $P_b$  in Raum b, nämlich  $P = P_a - P_b$  (siehe Fig. 4 (c)), und diese Druckdifferenz führt zu einer Änderung der statischen Kapazität eines im Detektor 11 enthaltenen Kondensators. Diese Kapazitätsänderung wird in ein elektrisches Signal umgewandelt, verstärkt und in der Anzeigeeinrichtung 17 abgelesen, so daß man hier die gemessene gasförmige Konzentration einer in dem zu prüfenden Gas enthaltenen bestimmten gasförmigen Komponente ablesen kann.

Das in Fig. 5 (a) bis (d) dargestellte zweite erfindungsgemäße Ausführungsbeispiel hat folgenden Aufbau: Eine erste Kammer 21 und eine zweite Kammer 22 sind in je drei Zellen 21a, b, c bzw. 22a, b, c unterteilt, und zwar durch Infrarotstrahlen durchlassende Fenster 19. Ferner gibt es Rohrverbindungen 23 zwischen verschiedenen Zellen, beispielsweise von Zelle 21a zu Zelle 22b, von Zelle 21b zu Zelle 22a usw.,

909828/0995

2900624

- 11 -

siehe Fig. 5. Wird eine dem Zellenvolumen entsprechende Prüfgasmenge durch einen mit xxx bezeichneten Einlaß 21d in die Zelle 21a und Standardgas in der gleichen Menge, die dem Zellenvolumen entspricht, durch einen in der Zeichnung mit  
5 ooo bezeichneten Einlaß 22d in die Zelle 22a eingelassen und wird dann durch Umschalten der elektromagnetischen Drei-Wegeventile 5a bzw. 5b das Standardgas in die Zelle 21a und das zu prüfende Gas in die Zelle 22a eingelassen, dann erfolgt die Weitergabe des zuvor eingeführten Prüfgases bzw.  
10 Standardgases in die Zelle 21b bzw. 22b. Dadurch ergibt sich der in Fig. 5b dargestellte Zustand. Werden dann wieder die Drei-Wegeventile 5a und 5b umgeschaltet und Prüfgas in Zelle 21a und Standardgas in Zelle 22a eingegeben, dann erreicht man den in Fig. 5(c) dargestellten Zustand, d. h. die ge-  
15 samte erste Kammer 21 enthält das zu prüfende Gas und die gesamte Kammer 22 das Standardgas. Der nächste Operationsschritt führt dann zu dem in Fig. 5(d) gezeigten Zustand, d. h. Standardkammer in Kammer 21 und Prüfgas in Kammer 22. Der nächste Operationsschritt würde dann wieder zu dem in  
20 Fig. 5 (c) dargestellten Zustand führen, d. h. abwechselnd enthält immer die eine Kammer das Prüfgas und die andere das Standardgas und umgekehrt. Die dabei auf die Kondensator-membran 13 wirkende Druckdifferenz zeigt die gleiche Änderung wie in Fig. 4 (c) dargestellt. Die Anzahl der Zellen  
25 21a ... und 22a ... kann man ganz nach Wunsch wählen, je nach der Diffusion des Gases oder dergleichen.

Bei dem in Fig. 6 bis 8 dargestellten dritten Ausführungsbeispiel sind die bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen erwähnten elektromagnetischen Drei-Wegeventile 5a,  
30 5b durch eine weiter unten beschriebene Strömungspfadaustauschkammer 117 ersetzt. In einem Kammerblock 111 sind längliche Öffnungen 112, 113 zum Einführen je einer länglichen Kammer 114 bzw. 115 im Bereich ihres Gaseinführendes. In  
35 dem Kammerblock 111 befindet sich ferner eine Öffnung 116 zum Installieren eines Ventils zwischen der Öffnung 112 und

909828/0995

2900624

- 12 -

113, und an das untere Ende der Öffnung 116 schließt sich die bereits erwähnte Strömungspfadaustauschkammer 117 an. Ferner enthält der Kammerblock 111 vier Gasströmungspfade 118 , 119, 120 und 121. Auf einer Seite des Kammerblocks 5 111 ist der Gasströmungspfad 118 offen und bildet einen Einlaß 118a beispielsweise für ein Prüfgas A, während das andere Ende dieses Gasströmungspfads 118 in den Umfang der Strömungspfadaustauschkammer 117 einmündet und einen Auslaß 118b für das Prüfgas A bildet. Ferner ist ein Ende des Gasströmungspfads 119 an einer anderen Seite des Kammerblocks 111 10 offen und bildet dort beispielsweise einen Einlaß 119a für ein Standardgas B und das andere Ende dieses Strömungspfads 119 mündet als Auslaß 119b für dieses Standardgas B in den Umfang der Strömungspfadaustauschkammer 117. Je ein Ende der anderen beiden Gasströmungspfade 120 und 121 mündet in den 15 Innumfang der Strömungspfadaustauschkammer 117 und bildet dort je einen Einlaß 120a bzw. 121a für Gas A oder B in Richtung auf die Kammer 114, und das andere Ende dieser beiden Gasströmungspfade 120 und 121 mündet in einen Einlaß 20 120b bzw. 121b der Kammer 114 bzw. 115.

Ein unten liegendes Gehäuse 122A eines Rotorventils 122 läßt sich so verdrehen, daß seine beiden Endseiten die Innumfangsoberfläche der Strömungspfadaustauschkammer 117 berühren können. Dieses Gehäuse 122A des Ventils 122 ist auf der 25 Welle 125 eines auf einer Abdeckplatte 126 montierten Synchronmotors 124 mittels einer Schraube 123 befestigt. Ein O-Ring 127 dient zur Abdichtung zwischen der aufgesetzten Abdeckplatte 126 und dem Kammerblock 111. An die Einlässe 30 118a und 119a für das Prüfgas und das Standardgas ist je eine Quelle mit diesen Gasen angeschlossen. Ein Gasausgang aus Kammer 114 und 115 ist in der Zeichnung nicht dargestellt.

35 Befindet sich das Rotorventil 122 in der in Fig. 6 gezeichneten Stellung, dann strömt das Prüfgas A vom Einlaß 118a

909828/0995

2900624

- 13 -

- durch den Gasströmungspfad 118 in die Strömungspfadaustauschkammer 117 und von dort über den Gasströmungspfad 121 und den Einlaß 121b in die Kammer 115. Daneben strömt das Standardgas B vom Einlaß 119a durch den Gasströmungspfad 119 und dessen Ausgang 119b in die Strömungspfadaustauschkammer 117 und von dort durch den Gasströmungspfad 120 und den Auslaß 120b in die Kammer 114. Dann dreht sich das Rotorventil 120 umd 90° im Uhrzeigersinne weiter und trennt damit den Gasströmungspfad 118 vom Strömungspfad 121 und den Gasströmungspfad 119 vom Strömungspfad 120. Die Drehung erfolgt durch den Synchronmotor 124. Jetzt besteht eine Verbindung vom Gasströmungspfad 118 zum Strömungspfad 120 und eine zweite Verbindung vom Gasströmungspfad 119 zum Strömungspfad 121. Folglich strömt jetzt das Prüfgas A vom Einlaß 118a in die Kammer 114 und das Standardgas B vom Einlaß 119a in die Kammer 115. Wenn anschließend das Rotorventil 122 sich wiederum um 90° im Uhrzeigersinn weitergedreht hat, dann ist wieder die gleiche Position wie in Fig. 6 dargestellt erreicht. Somit werden abwechselnd das Standardgas B und das Prüfgas A in die Kammern 114 und 115 eingeführt. Diese Verdrehung des Rotorventils von 90° zu 90° erfolgt mit Hilfe des Synchronmotors 124, und dabei strömen abwechselnd das Prüfgas und das Standardgas in die Kammern 114 und 115.
- Das in Fig. 9 dargestellte vierte Ausführungsbeispiel der Erfindung hat fast den gleichen Strömungspfadaustauschschnitt wie das zuvor beschriebene dritte Ausführungsbeispiel der Erfindung. Während beim dritten Ausführungsbeispiel das Rotorventil 122 direkt durch die Welle 125 des laufenden Synchronmotors 124 angetrieben wird, trägt bei dem vierten Ausführungsbeispiel in Fig. 9 die Welle 125 des Synchronmotors 124 einen durch einen Stift 128 mit-drehbaren Magneten 129. Durch die magnetischen Kräfte des Magneten 129 wird beispielsweise eine aus Eisen bestehende und

909828/0995

2900624

- 14 -

in der Öffnung 116 installierte Rotorplatte 130 synchron mit der Motordrehzahl angetrieben bzw. mitgedreht. Diese rotierende Platte 130 ist am oberen Ende eines Zapfens 122b des Rotorventils 122 mittels einer Schraube 131 befestigt, folglich wird durch die Magnetkräfte auch das Rotorventil 122 synchron aber indirekt rotierend angetrieben. In Fig. 9 sind ferner ein Abstandsstück 132, ein Lochverschluß 133 und ein Lager 134 dargestellt. Die übrigen Einzelheiten dieses Ausführungsbeispiels und der Strömungspfad austauschvorgang sind im wesentlichen die gleichen wie bei dem zuvor beschriebenen Ausführungsbeispiel, so daß sich eine Wiederholung dieses Beschreibungsteils erübrigt.

Zu dem Ausführungsbeispiel von Fig. 3 ist noch zu sagen, daß anstelle der in ihre Öffnungen 112 und 113 einföhrbaren Kammern 114 und 115 diese oder ähnliche Kammern auch im Kammerblock 111 bereits vorhanden sein können.

Bei den vorhergehenden Ausführungsbeispielen wurde die Verwendung von Infrarotstrahlen angegeben, es kann aber ebenso gut mit Ultraviolettstrahlen gearbeitet werden, wenn man für Ultraviolettstrahlen durchlässige Fenster anstelle von für Infrarotstrahlen geeigneten Fenstern verwendet. Als Detektor 11 kann zusätzlich zu dem pneumatischen Detektor ein Massenstromungstyp und/oder ein Festtyp verwendet werden. Ferner ist es möglich, nur eine Lichtquelle zu verwenden.

Die erfindungsgemäße Ausbildung eines Gasanalysators föhrt zu folgenden Vorteilen:

30

Das zu prüfende Gas und das Standardgas werden in festgelegten Intervallen und in festgelegten Mengen in zwei Kammern bzw. Zellen eingeföhrt, und in Abhängigkeit davon tritt in den separaten Räumen des Detektors je ein Druck Pa bzw. Pb auf, und die Druckdifferenz Pa - Pb wirkt auf die Kondensatormembran. Wie aus den Fig. 4(a) bis (c) er-

909828/0995

2900624

- 15 -

sichtlich ist, kann diese Druckdifferenz  $P_a - P_b$  die Größe des Signals zur Identifizierung der Konzentration einer gasförmigen Komponente im Gegensatz zu einem herkömmlichen Gasanalysator verdoppeln. Dies beruht darauf, daß die Drücke

5  $P_a$  und  $P_b$  in ihrem Verdrängungsbetrag identisch sind und außerdem einen Phasenunterschied von einem halben Zyklus aufweisen. Dadurch gewinnt der erfindungsgemäße Gasanalysator einen größeren Meßbereich gegenüber der bekannten Ausführung, und es ist eine stabile Messung bei niedriger Konzentration

10 einer gasförmigen Komponente möglich. Ferner kann bei gleicher Gaskonzentration die Länge der Zelle oder Kammer auf die Hälfte reduziert werden, so daß eine Miniaturisierung möglich ist. Hinzu kommt, daß man das Gasaufnahmevermögen in den Zellen oder Kammern und damit die in die Kammern ein-

15 zuführende Menge des Prüfgases und des Standardgases ebenfalls auf die Hälfte reduzieren kann, also läßt sich auch die Gasübertragungspumpe in ihrer Kapazität verkleinern.

Aufgrund der genannten Vorzüge eignet sich der erfindungsgemäße Gasanalysator insbesondere für die Messung einer gasförmigen Komponente, die in sehr kleinen Mengen in einem zu prüfenden Gas enthalten ist, beispielsweise zur Messung der Konzentration eines in der Luft enthaltenen schädlichen Gases. Weil der erfindungsgemäße Gasanalysator auch nicht auf

20 die Zufuhr eines großen Volumens von Eich-Gas angewiesen ist, kann man ihn als besonders geeignet für den praktischen Einsatz bezeichnen.

Die in dem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung beschriebene Aufteilung jeder Kammer in mehrere Zellen führt zu einer weiteren Absenkung der Gasdurchflußmengen und zu einer Vergrößerung der Zellenlänge, was die zuvor aufgeführten Vorteile noch begünstigt.

30

909828/0995



2900624

- 16. -

Die Verwendung eines Kammerblockes mit Gaseinlässen für zwei darin befindliche Kammern und die Verwendung eines Rotorventils in dem Kammerblock beim dritten und vierten Ausführungsbeispiel führt zu einer Verwendung des toten Raums zwischen Ventil und Kammer im Vergleich zu dem mit einem elektromagnetischen Ventil ausgestatteten Gasanalysator im ersten Ausführungsbeispiel. Auch vermeidet man hier die mit der Verwendung eines elektromagnetischen Ventils verbundenen Wärme- und Vibrationsprobleme, und das ganze Gerät läßt sich kompakter aufbauen, weil man keine Antriebseinheit für ein elektromagnetisches Ventil benötigt. Außer den zuvor aufgeführten Vorteilen läßt sich sagen, daß wegen der Durchführbarkeit der Gasverdrängung bei relativ kleinen zugeführten Gasmengen folgende Vorzüge gegeben sind:

- (a) die Messung läßt sich genau durchführen;
- (b) der Gasanalysator kann billig hergestellt werden;
- (c) der Gasanalysator läßt sich für eine lange Lebensdauer herrichten.

909828/0995

Nummer: 29 00 624  
 Int. Cl. 2: G 01 N 21/22  
 Anmeldetag: 9. Januar 1979  
 Offenlegungstag: 12. Juli 1979

NACHENTWURF

-21-  
2900624

FIG. 1

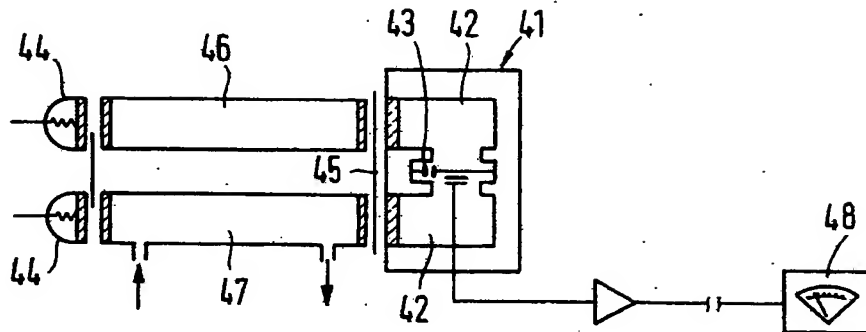
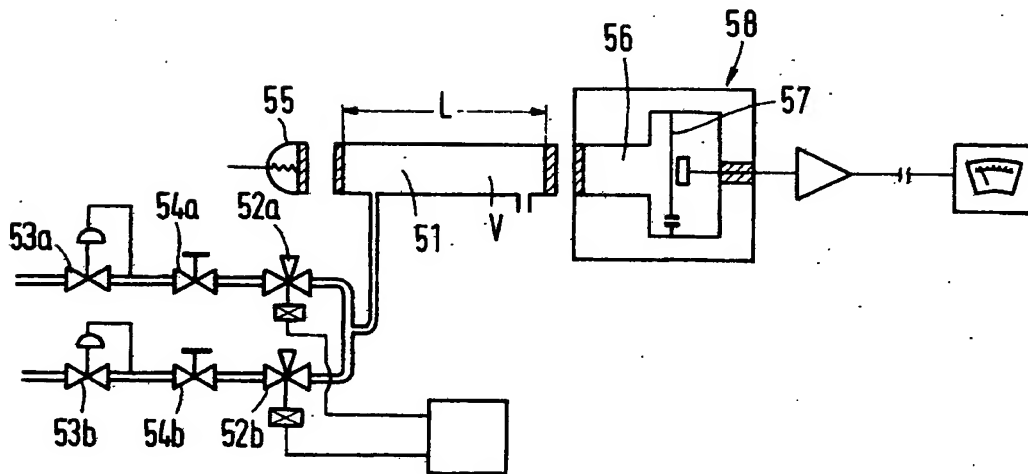
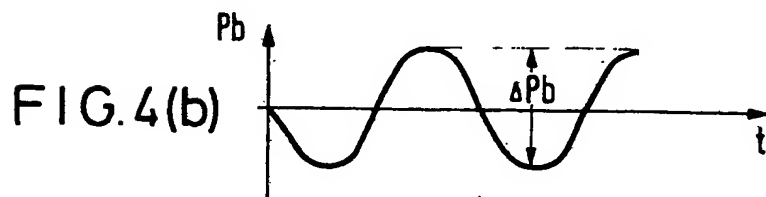
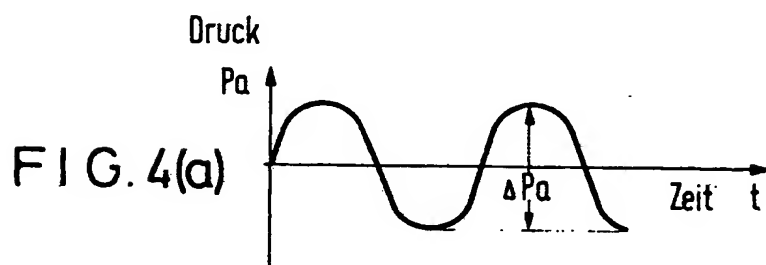
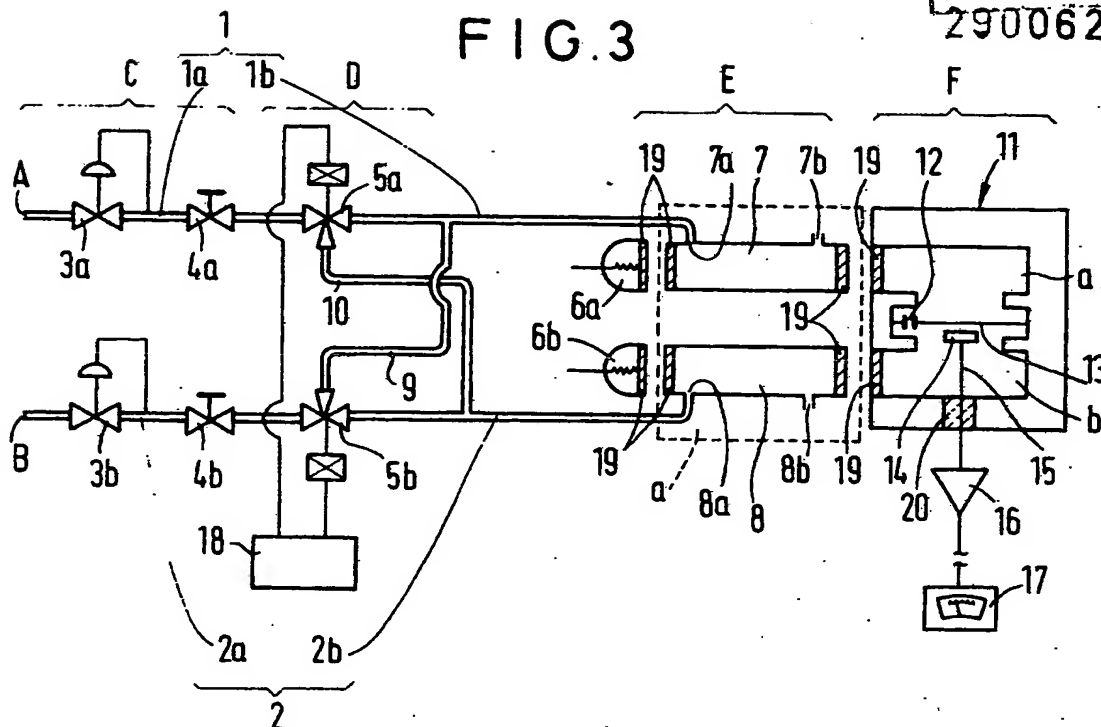


FIG. 2

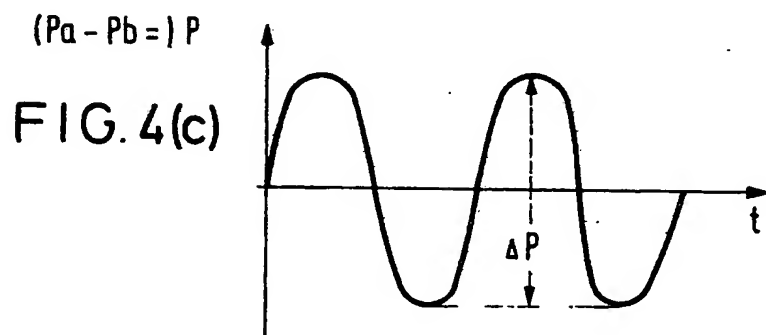


909828/0995

FIG. 3



$$\Delta P_a = \Delta P_b$$



$$\Delta P = 2 \Delta P_a$$

909828/0995

2900624

-18-

FIG. 5 (a)

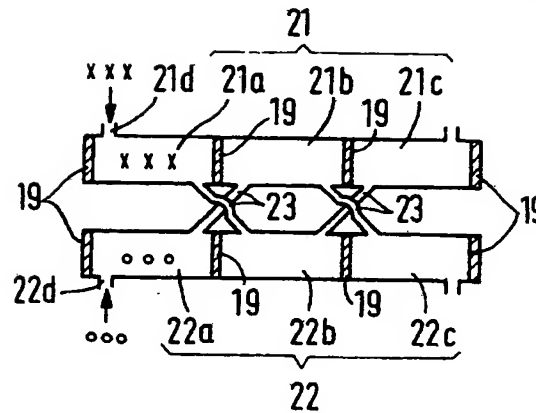


FIG. 5 (b)

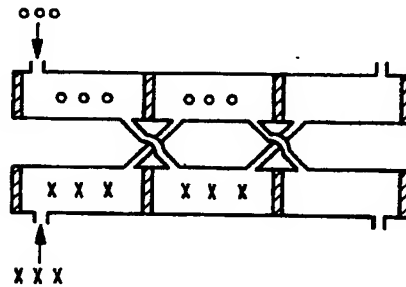


FIG. 5 (c)

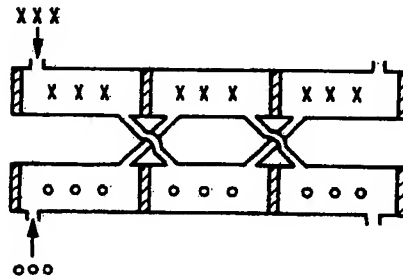
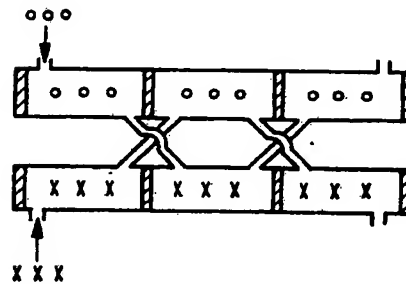


FIG. 5 (d)



909828/0995

-11-

2900624

FIG. 6

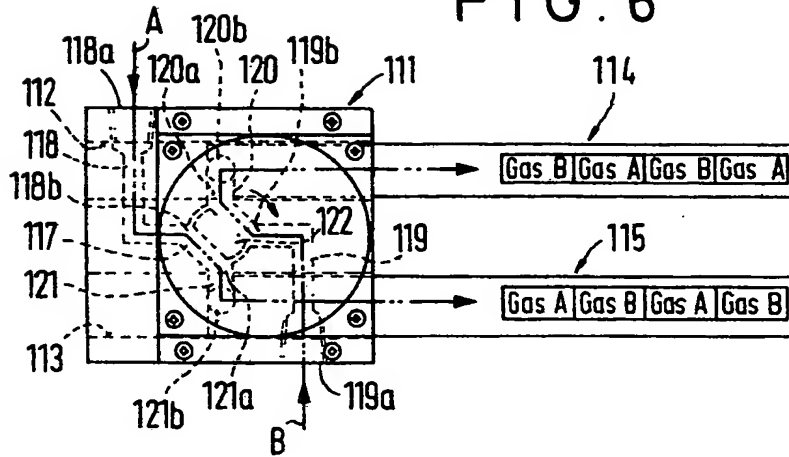


FIG. 7

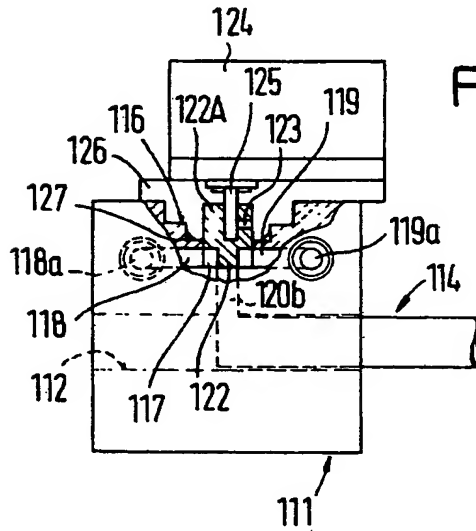
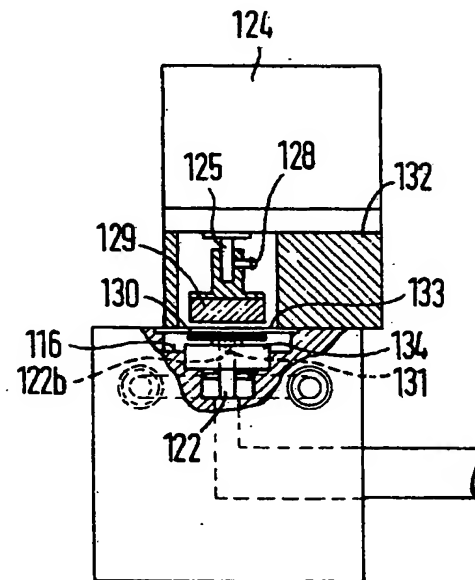
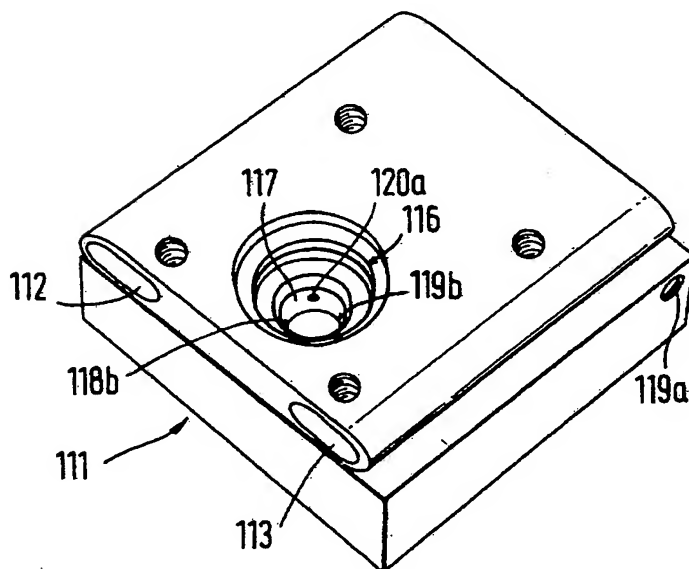
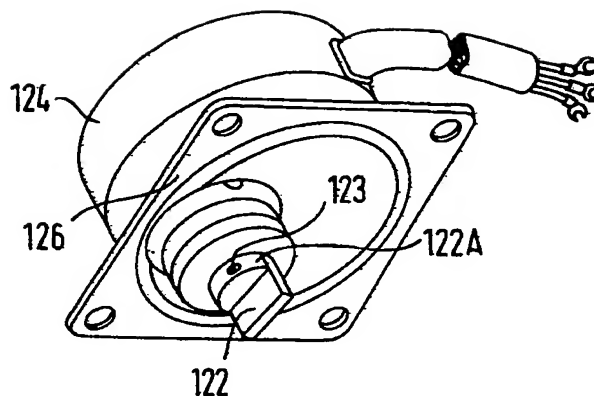


FIG. 9



909828/0995

FIG. 8



909828/0995

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**

**THIS PAGE BLANK (US)**